



(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: 0 653 244 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 94115913.9

(51) Int. Cl. 6: B02C 17/14

(22) Anmeldetag: 08.10.94

(30) Priorität: 20.10.93 DE 4335797

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.05.95 Patentblatt 95/20

(64) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE DK ES FR GB IT NL SE

(71) Anmelder: SIEBTECHNIK GMBH
Platanenallee 46
D-45478 Mülheim (Ruhr) (DE)

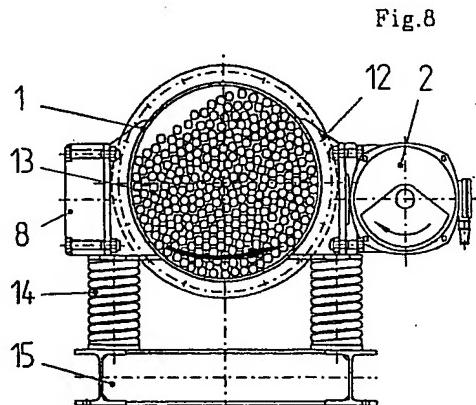
(72) Erfinder: Gock, Eberhard, Prof. Dr.-Ing.
Kiefernbrink 16
D-38640 Goslar (DE)
Erfinder: Beenken, Willibrord, Dr.-Ing.
Postweg 5
D-47647 Kerken-Nieuwkerk (DE)
Erfinder: Gruschka, Miroslaw, Dipl.-Ing.
Tannenbergstr. 33a
D-46045 Oberhausen (DE)

(74) Vertreter: Sroka, Peter-Christian, Dipl.-Ing.
Patentanwälte,
Dipl.-Ing. Peter-C. Sroka,
Dr. H. Feder,
Dipl.-Phys. Dr. W.-D. Feder,
Dominikanerstrasse 37
D-40545 Düsseldorf (DE)

(54) Exzenter-Schwingmühle.

(57) Exzenter-Schwingmühle mit mindestens einem auf Schwingelementen gelagerten Mahlbehälter (1), an dem die Erregereinheit (2) als Schwingantrieb starr befestigt ist und bei der zur Verbesserung der Mahleigenschaften herkömmlicher Schwingmühlen erfundungsgemäß vorgesehen ist, daß die Erregung des Mahlbehälters exzentrisch einseitig erfolgt, d.h. außerhalb der Schwerkraftachse und des Massenmittelpunktes des Mahlbehälters, wobei zum Ausgleich der Erregermasse eine Ausgleichsmasse (8) vorgesehen ist und die antriebsseitige Federachse zwischen den Schwerkraftachsen des Mahlbehälters und der Erregereinheit liegt und die Erregereinheit so betrieben wird, daß inhomogene Schwingungen bestehend aus Kreis-, Ellipsen- und Linearschwingungen erzeugt werden.

EP 0 653 244 A1



Die Erfindung betrifft eine Exzenter-Schwingmühle gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Wie bekannt ist, bestehen Schwingmühlen aus zylindrischen, trogähnlichen oder muldenförmigen, auf Gummipuffern oder Federn frei beweglich gelagerten Behältern, die entweder durch eine im Massenmittelpunkt umlaufende oder durch mehrere auf den Massenmittelpunkt abgestimmte Erreger in Form von Unbalanzen annähernd in kreisschwingende Bewegungen versetzt werden. Den in den Mahlbehältern befindlichen Mahlkörpern werden von den schwingenden Mahlbehältern Stöße erteilt, die durch Impulsfortpflanzung in das Innere der Mahlkörperfüllung gelangen. Die Zerkleinerung erfolgt durch Stoß- und Reibungseignisse zwischen den Mahlkörpern selbst und zwischen den Mahlkörpern und der Behälterwand. Die Mühlenfüllung führt jeweils entgegen der Arbeitsrichtung des Erregers eine Umlaufbewegung aus, wodurch der Transport des Mahlgutes gewährleistet wird.

Bei allen heute üblichen Schwingmühlenbauarten (Fertigungsprogramme der Firmen: KHD Humboldt Wedag AG, Köln; Aulmann und Beckschulte, Maschinenfabrik Bergneustadt; Siebtechnik GmbH Maschinen- und Apparatebau, Mülheim/Ruhr; IBAG, Neustadt/Weinstraße; Ratzinger GmbH, München) befindet sich der Unwuchterreger im Massenmittelpunkt der Maschinen, so daß von einer annähernden Kreisschwingung ausgegangen werden kann.

Aus der Patentliteratur sind Vorschläge zum Bau von Schwingmühlen bekannt, bei denen aus konstruktiven Gründen der oder die Unwuchterreger zwar außerhalb des Massenmittelpunktes angeordnet sind, die aber in jedem Fall eine Kreisschwingung anstreben. Im US-Patent 3 545 688 ist eine Einrohrschwingmühle beschrieben, bei der das Mahlrohr beidseitig von zwei horizontal angeordneten Unwuchtmotoren in Kreisschwingungen versetzt wird. Gegenstand der DE 34 04 942 A1 ist eine "Mahlvorrichtung zum Zerkleinern von grobstückigem Material". Dazu wird ausgeführt: "Im Betrieb wird die Mahlvorrichtung gemäß der Erfindung mit Hilfe der am Gehäuse angeordneten Unwuchterregermassen in etwa kreisförmige Schwingungen versetzt...".

Ein ähnliches Konstruktionsprinzip weist der Gegenstand der US-Patentschrift 34 25 670 auf. Der Mahlbehälter wird hierbei durch beidseitig angebrachte horizontale Stützfedern zusätzlich zwangsgeführt, so daß lediglich senkrecht stehende elliptische Schwingungen entstehen, durch die eine Beanspruchung des Mahlgutes im Sinne eines Pochwerkes erreicht wird. Wie auch für den Gegenstand der DE 34 04 942 A1 bereits zutreffend, liegt notwendigerweise der Antrieb in der Schwerkraftachse. Einer weiteren Vorrichtung, bei der zwei gegeneinander umlaufende Unwuchterreger sowohl

außerhalb als auch innerhalb der Schwerkraftachse der Mahlvorrichtung angeordnet sind, ist als "Vibrating Grinding Mill" in der US 3 391 872 beschrieben. Es handelt sich dabei um das Prinzip der herkömmlichen Sturzmühle (Kugelmühle), bei der zur Verbesserung der Mahlwirkung die übliche Rotation des Mahlbehälters um die horizontal gelagerte Achse zusätzlich durch lineare Schwingungen, hervorgerufen durch die beiden gegeneinander umlaufenden Unwuchterreger, überlagert wird. Die Drehbewegung der Mahlkörperfüllung wird durch Rotation des Mahlbehälters ausgelöst; die entweder frei (als Folge der gerichteten linearen Schwingungen) oder erzwungen (durch einen zusätzlichen Drehantrieb) erfolgen kann und nicht durch die bei üblichen Schwingmühlen vorhandene Zentrifugalbeschleunigung der Unwuchten.

In der nicht vorveröffentlichten DE 42 42 654 A1 wird ein Verfahren zur Naßfeinst- und Trockenfeinmahlung unter Einsatz einer Linearrohrsenschwingmühle beschrieben, wobei diese Schwingmühle aus zwei übereinander befindlichen, auf Schwingelementen gelagerten Mahlbehältern besteht und deren zwei Erregereinheiten gemäß den Figuren 1 und 2 exzentrisch einseitig außerhalb der Schwerkraftachse und des Massenmittelpunktes der beiden Mahlbehälter angeordnet sind. Erregereinheit und Mahlbehälter liegen aber zwischen den antriebsseitigen und den dem Antrieb gegenüberliegenden Federnachsen. Bei einer derartigen Anordnung gemäß den Figuren 1 und 2 wird entweder eine Kreisschwingung (Fig.2) oder eine Linearschwingung (Fig.1) erzeugt.

Die genannten Vorschläge konnten sich nicht durchsetzen, da sie gegenüber den im industriellen Einsatz befindlichen Schwingmühlen keinen Vorteil in Bezug auf Durchsatz und spezifischen Energiebedarf bieten.

In einer 1992 erschienen Monographie: Kurrer K.-E. u.a.: "Analyse von Rohrschwingmühlen", Fortschrittsberichte VDI, Reihe Verfahrenstechnik Nr. 282, VDI Verlag 1992, werden Untersuchungen der Bewegungsvorgänge der Mühlenfüllung und der Maschinendynamik vorgestellt. Danach gliedert sich der Mahlraum von Rohrschwingmühlen je nach Erregungsintensität in energiereiche und energiearme Zonen (S. 15 ff). Die energiereichste Zone, die Hauptbeanspruchungszone ist gekennzeichnet durch die stärkste Normalstoß- und Reibstoßkraft (S. 57 ff). Die Reibstoßkraft ist die Voraussetzung für die Umlaufbewegung der Mühlenfüllung. Die Umlaufbewegung der Mühlenfüllung verläuft entgegen der Drehrichtung des Erregers. Bei der üblichen Kreisschwingung von Schwingmühlen kann entsprechend durch Änderung der Drehrichtung des Erregers die Drehrichtung der Mühlenfüllung im Uhrzeigersinn oder entgegen dem Uhrzeigersinn erfolgen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch konstruktive Maßnahmen den Energieeintrag in Schwingmühlen derart zu erhöhen, daß der Anteil der energiearmen Zonen minimiert und die bisher dadurch bedingte obere Grenze des Mahlbehälters- oder Mahlrohrdurchmessers von 650 mm überschritten werden kann.

Dies geschieht erfindungsgemäß entsprechend der Lehre des kennzeichnenden Teils des Patentanspruches 1.

Durch diese Anordnung werden die Bewegungsvorgänge der Mühlenfüllung entscheidend verändert. Der Anteil der Linearschwingungen bewirkt eine Erhöhung der Umlaufgeschwindigkeit der Mühlenfüllung gegenüber kreisschwingenden Schwingmühlen um annähernd den Faktor 4, so daß neben der Erhöhung der Normalstoßkraft vor allem eine Erhöhung der Reibstoßkraft zu verzeichnen ist.

Kennzeichnend für die erfindungswesentliche einseitige Erregung außerhalb der Schwerkraftachse und des Massenmittelpunktes der Schwingmühle ist, daß im Gegensatz zu den üblichen kreisschwingenden Schwingmühlen die Umlaufbewegung der Mühlenfüllung nur dann erfolgt, wenn bei linksseitiger Anordnung des Erregers dieser im Linkslauf und bei rechtsseitiger Anordnung dieser im Rechtslauf betrieben wird.

Der Vorteil der einseitigen Erregung der Schwingmühle außerhalb der Schwerkraftachse und des Massenmittelpunktes ist, daß das zusätzliche Auftreten von Ellipsen- und Linearschwingungen ganz wesentlich zur Verbesserung der Transportvorgänge durch die Erhöhung der Umlaufgeschwindigkeit beiträgt, was entscheidend für den Mahlfortschritt ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Die Figuren 1 und 2 zeigen schematisiert die Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Schwingmühle;

Die Figuren 3 bis 6 zeigen in schematischer Darstellung verschiedene Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Schwingmühle;

Figur 7 zeigt eine Seitenansicht der erfindungsgemäßen Schwingmühle;

Figur 8 zeigt eine Schnittansicht gemäß der Linie A - B in Figur 7;

Figur 9 zeigt im wesentlichen entsprechend Figur 8 eine Schnittansicht mit einem im Mahlbehälter der Schwingmühle angeordneten Kammerrad,

Anhand der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Schemata wird die Wirkungsweise des Gegenstandes der Erfindung erläutert. In Fig. 1 wird ein auf (nicht dargestellten) Schwingelementen gelagertes Mahlrohr (1) durch einen auf der linken Seite außerhalb der Schwerkraftachse angeordne-

ten, links umlaufenden Erreger (2) in Schwingungen versetzt. Infolge der einseitigen Erregung führt das Mahlrohr nur erregeseitig Kreisschwingungen (Pfeil 4a) aus, die über Ellipsenschwingungen (Pfeil 4b) im Zentrum in Linearschwingungen (Pfeil 4c) auf der dem Erreger (2) gegenüberliegenden Seite des Mahlrohres übergehen.

Bei linksumlaufendem Erreger (2) wird die durch das Bezugszeichen (3) repräsentierte Mühlenfüllung in Rechtsdrehung (Pfeil 5) versetzt. Dabei führt die Mühlenfüllung erregeseitig eine Aufwärtsbewegung (Pfeil 6) und auf der dem Erreger gegenüberliegenden Seite eine Abwärtsbewegung (Pfeil 7) aus. Während die Kreisschwingung (4a) erregeseitig die Umlaufrichtung (5) der Mühlenfüllung (3) bestimmt, wird ihr durch die Linearschwingungen (4c) auf der dem Erreger (2) gegenüberliegenden Seite eine zusätzliche Beschleunigung erteilt, so daß die Umlaufgeschwindigkeit um ca. den Faktor 4 höher liegt als bei herkömmlichen, kreisschwingenden Schwingmühlen. Der Abstand der zur Achse des Mahlbehälters parallelen Achse des Erregers soll dazu größer sein als der kleinste Abstand vom Mahlbehältermittelpunkt zur Mahlbehälterinnenwand. Fig. 2 zeigt die Bewegungsverhältnisse, wenn der außerhalb der Schwerkraftachse und des Massenmittelpunktes einseitig links angeordnete Erreger (2) im Rechtslauf angetrieben wird. Unter diesen Bedingungen findet keine Umlaubewegung (5) der Mühlenfüllung (3) statt, da die Aufwärtsbewegung (6) der Mühlenfüllung (3) in den Bereich der Linearschwingung (4c) fällt. Die Beanspruchung des Mahlgutes erfolgt in diesem Fall nur durch Stoß. Im Gegensatz dazu findet bei herkömmlichen, kreisschwingenden Schwingmühlen immer ein Umlauf der Mühlenfüllung statt und zwar entgegen der Arbeitsrichtung des Erregers, egal ob der Erreger im Rechts- oder Linkslauf angetrieben wird.

Gegenüber herkömmlichen Schwingmühlen ergeben sich folgende Vorteile:

- Erhöhung des Auflockerungsgrades der Mühlenfüllung, so daß die bisherige maximale Aufgabekörnung mindestens um den Faktor 2 erhöht werden kann.
- Verbesserung der Transportvorgänge durch hohe Umlaufgeschwindigkeiten der Mühlenfüllung und Homogenisierung der Mahlgutverteilung durch Aufhebung von Entmischungen.
- Erhöhung des spezifischen Durchsatzes.
- Verminderung des Energiebedarfs.
- Aufhebung der energetisch bedingten oberen Grenze des Mahlrohrdurchmessers, der bisher bei 650 mm liegt.
- Verringerung der Stillstandzeiten bei Reparaturen durch Wegfall von Übertragungselementen wie Wellen, Kupplungen u.a.

- Ermöglichung der Modulbauweise durch Kopplung von Baueinheiten mit gleichem Mahlrohrdurchmesser zu Mühlen unterschiedlicher Länge für unterschiedliche Zerkleinerungsaufgaben und Verweilzeiten.

Im folgenden werden schematisiert vier Ausführungsbeispiele der Erfindung für eine Exzenter-Schwingmühle mit einem Mahlrohrdurchmesser von 600 bis 1000 mm behandelt.

Fig. 3 zeigt schematisiert die Ausführung einer Exzenter-Schwingmühle mit einem schwingungsfähig abgestützten Mahlbehälter in Form eines Mahlrohrs (1) von 600 mm Durchmesser, das einseitig außerhalb der Schwerkraftachse und des Massenmittelpunktes starr mit einem Unwuchtmotor als Erreger (2) verbunden ist. Der Ausgleich der Eregermasse erfolgt durch eine achsparallel auf der gegenüberliegenden Seite des Mahlrohrs angeordnete Ausgleichsmasse (8).

Gemäß Fig. 4 wird die gleiche Konstruktion wie in Fig. 3 dadurch erweitert, daß sich anstelle der Ausgleichsmasse (8) ein zweiter Unwuchtmotor (9) direkt am Mahlrohr (1) befindet. Die Schwingmühle kann wahlweise entweder durch den Erreger (2) oder durch den Erreger (9) betrieben werden, wobei jeweils der andere Unwuchtmotor (9 bzw. 2) als Ausgleichsmasse fungiert. Dies erlaubt die Betriebsweise der Mühle mit verschiedenen Erregerparametern wie Drehzahl und Schwingkreisdurchmesser.

Ein weiteres Beispiel der Erfindung ist in Fig. 5 dargestellt. Das Mahlrohr (1) hat in diesem Fall einen Durchmesser von 1000 mm und ist mit zwei übereinander, einseitig außerhalb der Schwerkraftachse und des Massenmittelpunktes angeordneten, synchron arbeitenden Unwuchtmotoren als Erreger (2a, 2b) ausgerüstet. Der Ausgleich der Eregermasse erfolgt wiederum durch eine Ausgleichsmasse (8) entsprechend Fig. 3.

Die Kopplung von Baueinheiten entsprechend Fig. 5 wird in Fig. 6 ausgewiesen. Zur Anpassung an unterschiedliche Mahlprobleme werden z.B. zwei Baueinheiten (A) und (B) zu einer Mühle zusammengefügt.

Bei der in den Figuren 7 und 8 dargestellten Exzenter-Schwingmühle ist ein Mahlbehälter in Form eines Mahlrohrs (1) mittels Schwingelementen (14) schwingungsfähig auf einem Grundrahmen (15) abgestützt. An dem Mahlrohr (1) ist rechts mittels einer Quertraverse (12) eine Erregereinheit in Form eines Unwuchtmotors (2) starr befestigt, wobei die Federnachse des antriebsseitigen Schwingelementes (14) zwischen den Schwerkraftachsen des Mahlbehälters 1 einerseits und der Erregereinheit 2 andererseits liegt.

An der Quertraverse (12) ist dem Unwuchtmotor (2) achsparallel gegenüberliegend die Ausgleichsmasse (8) ebenfalls starr befestigt. Innerhalb

des Mahlrohrs (1) befinden sich in üblicher Weise Mahlkörper (13); dargestellt sind die Bewegungsvorgänge bei Rechtslauf. In Fig. 7 sind die Stirnwand (17) des Mahlbehälters sowie der Mahlgutelauf (18) und der Mahlgutauslauf (19) dargestellt.

Die in Fig. 9 dargestellte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schwingmühle weist zusätzlich noch ein sogenanntes Kammerrad (20) auf, um die Schwingmühle nach dem sogenannten Drehkammerprinzip arbeiten zu lassen. In diesem Fall befindet sich der Erreger (2) links; dargestellt sind die Bewegungsvorgänge bei Linkslauf.

Patentansprüche

1. Exzenter-Schwingmühle mit mindestens einem auf Schwingelementen gelagerten Mahlbehälter (1), an dem die Erregereinheit als Schwingantrieb starr befestigt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregung des Mahlbehälters (1) exzentrisch einseitig erfolgt, d.h. außerhalb der Schwerkraftachse und des Massenmittelpunktes des Mahlbehälters (1), wobei zum Ausgleich der Eregermasse eine Ausgleichsmasse (8) vorgesehen ist und die antriebsseitige Federnachse zwischen den Schwerkraftachsen des Mahlbehälters (1) und der Erregereinheit (2, 9, 2a, 2b) liegt und die Erregereinheit (2, 9, 2a, 2b) so betrieben wird, daß inhomogene Schwingungen bestehend aus Kreis-, Ellipsen- und Linearschwingungen erzeugt werden.
2. Exzenter-Schwingmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der zur Mahlbehälterachse parallelen Achse der Erregereinheit (2, 9, 2a, 2b) größer als der kleinste Abstand vom Mahlbehältermittelpunkt zur Mahlbehälterinnenwand ist.
3. Exzenter-Schwingmühle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregereinheit zwei oder mehrere Erreger umfaßt.
4. Exzenter-Schwingmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregung des Mahlbehälters (1) mit Hilfe eines Erregers oder mehrerer (zu synchronisierender) hintereinander auf einer zur Mahlbehälterachse parallelen Achse liegender Erreger erfolgt.
5. Exzenter-Schwingmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregung des Mahlbehälters (1) mit Hilfe mehrerer (zu synchronisierender) übereinander parallel zur Mahlbehälterachse angeordneter Erreger erfolgt.

6. Exzenter-Schwingmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Erreger vorzugsweise Unwuchtmotoren sind.

5

7. Exzenter-Schwingmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß sie mehrere hintereinander angeordnete Mahlbehälter-Erregereinheiten-Module umfaßt.

10

8. Exzenter-Schwingmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus einem oder mehreren parallel zur Mühlachs angeordneten Mahlbehältern besteht.

15

9. Exzenter-Schwingmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Mahlbehälter vorzugsweise ein Mahlrohr (1) ist.

20

10. Exzenter-Schwingmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Mahlbehälter (1) ein Kammerrad (20) angeordnet ist.

25

11. Exzenter-Schwingmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgleichsmasse achsparallel auf der der Erregereinheit (2, 9, 2a, 2b) gegenüberliegenden Seite des Mahlbehälters (1) angeordnet ist.

30

35

40

45

50

55

Fig.1

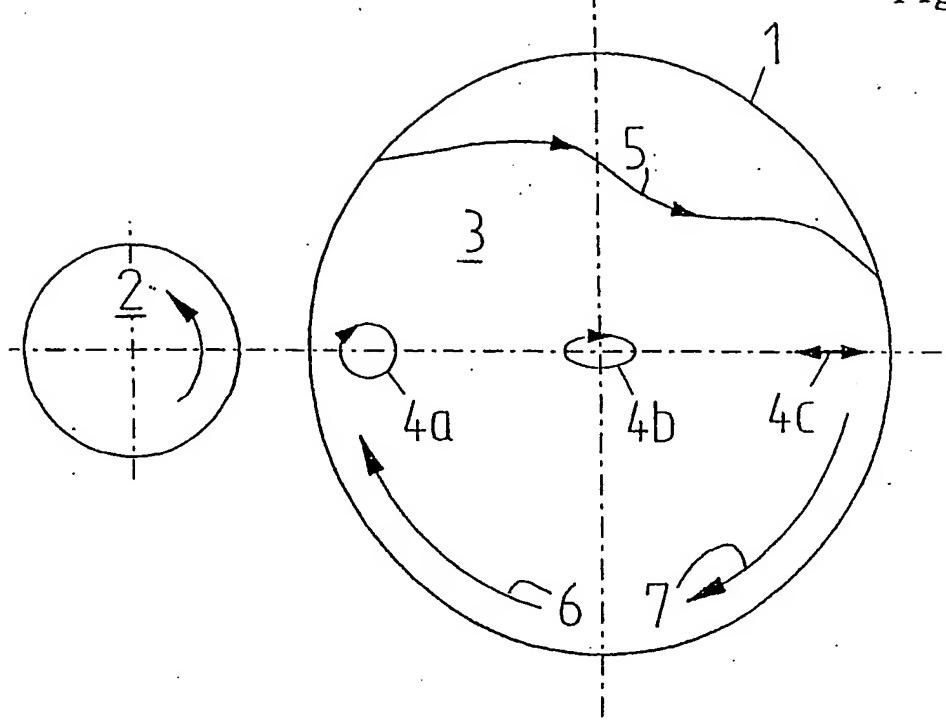


Fig.2

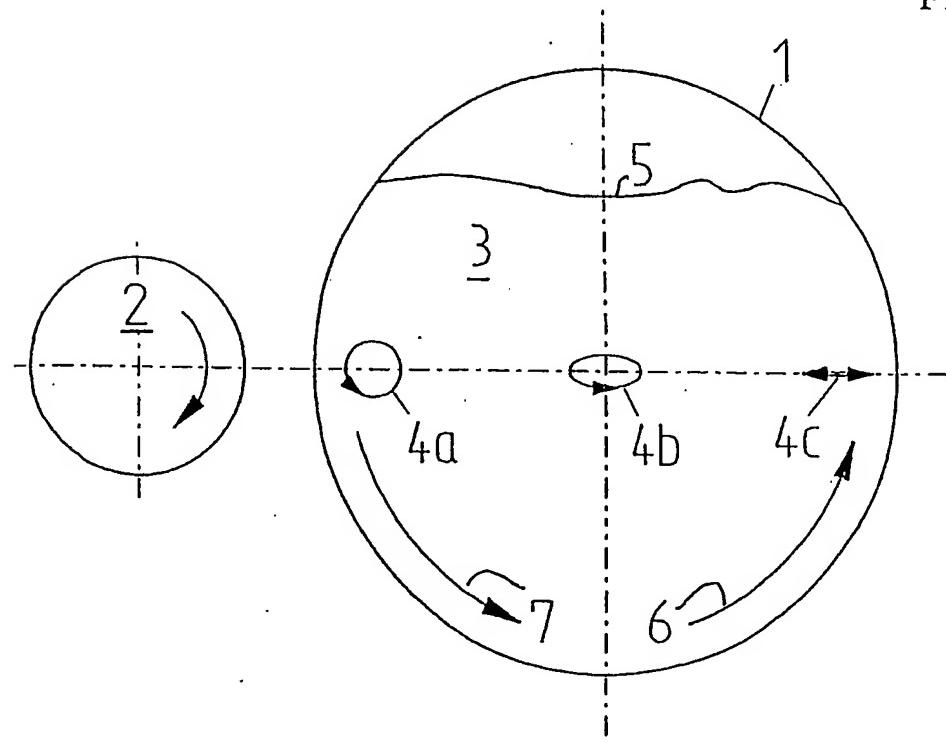


Fig.3

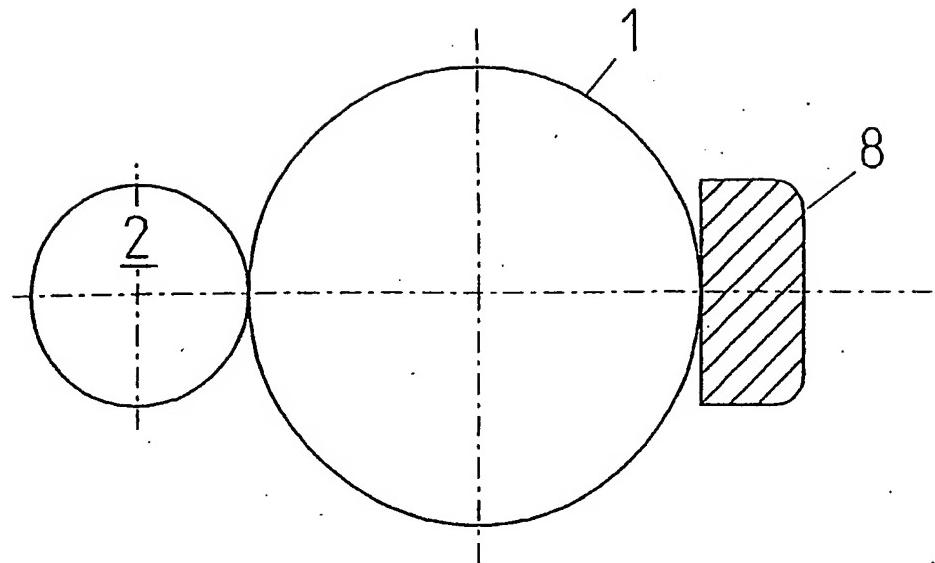


Fig.4

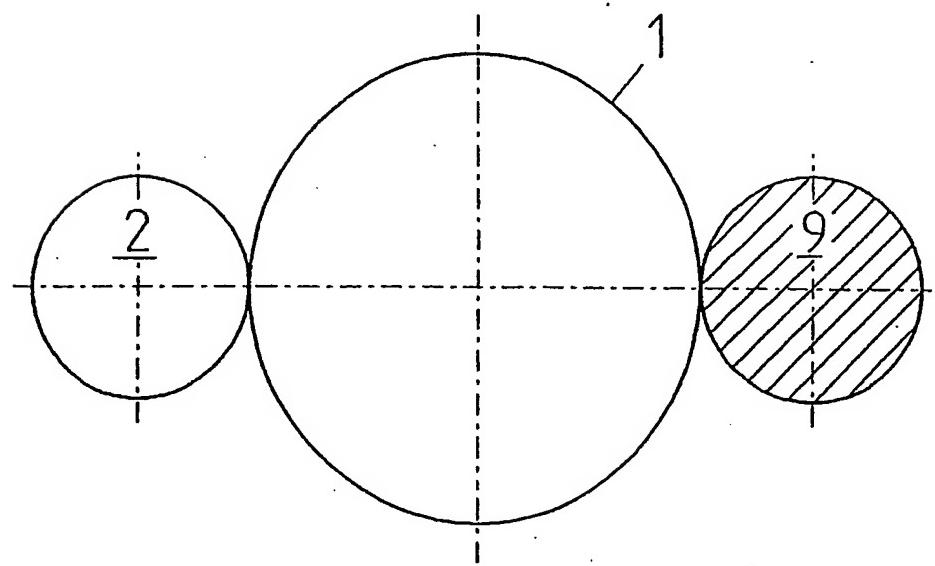


Fig.5

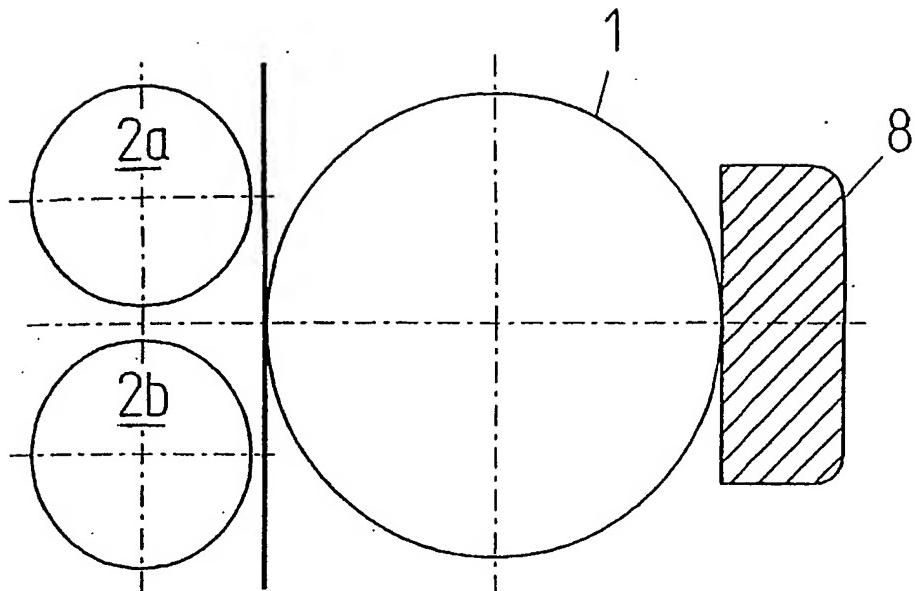
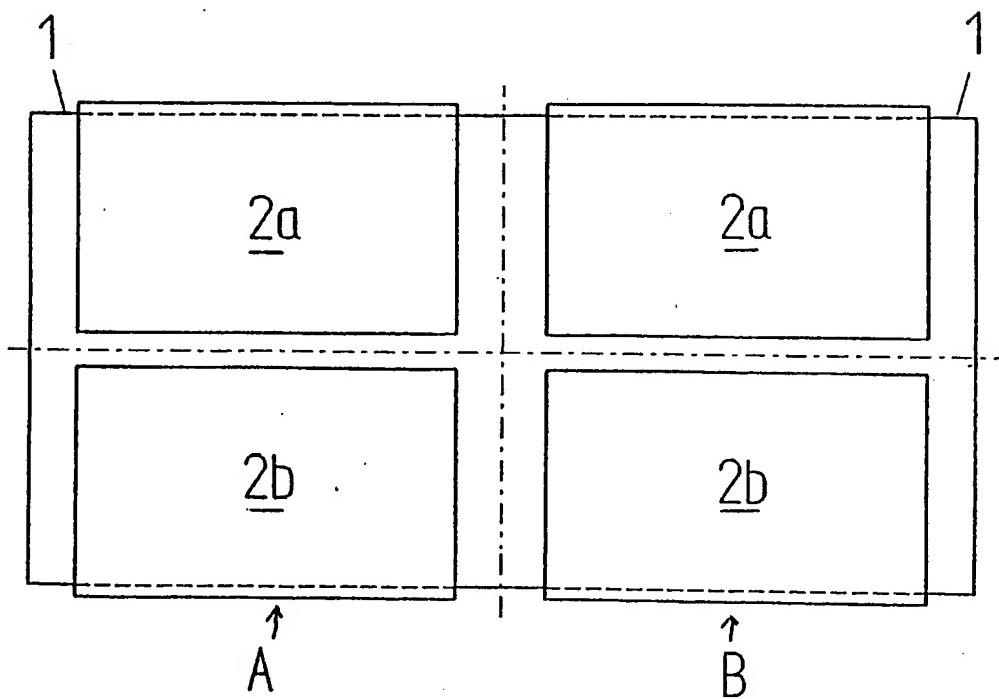


Fig.6



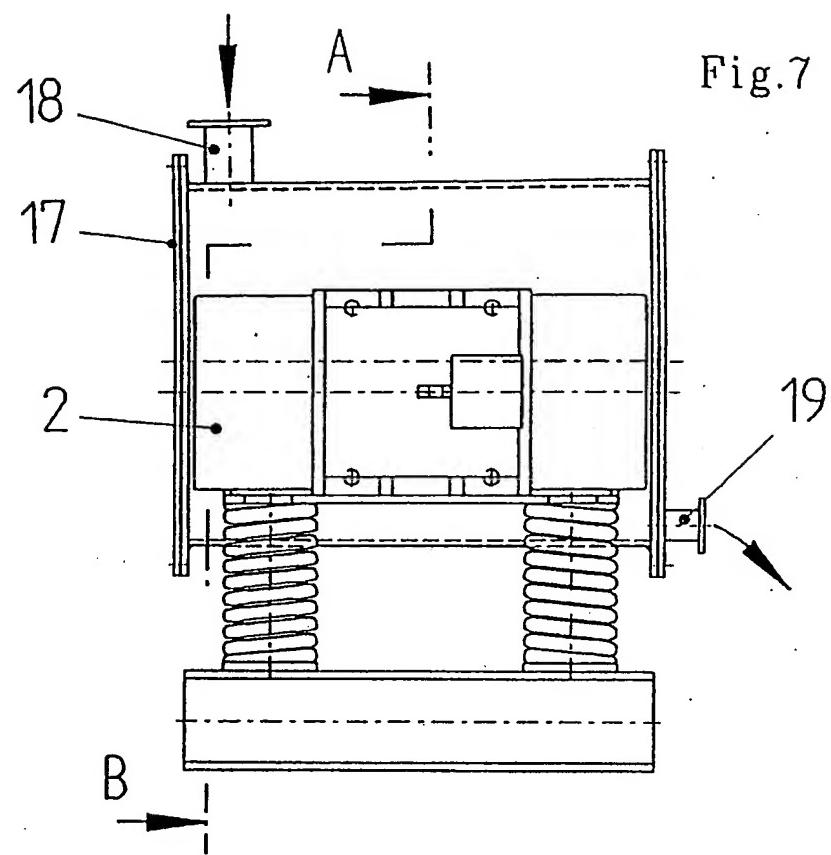


Fig. 7

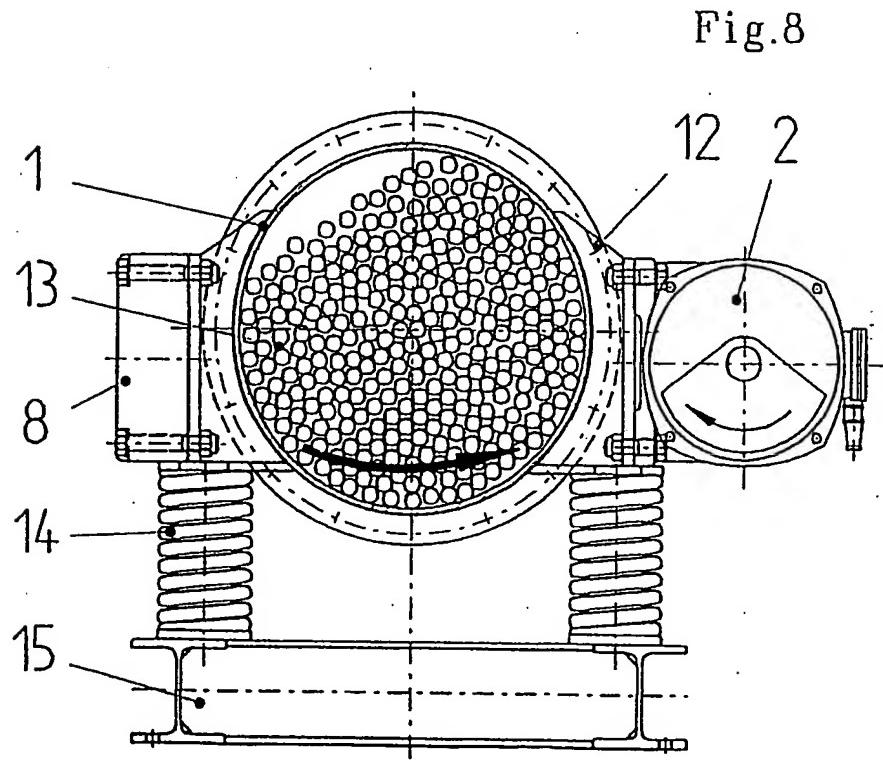
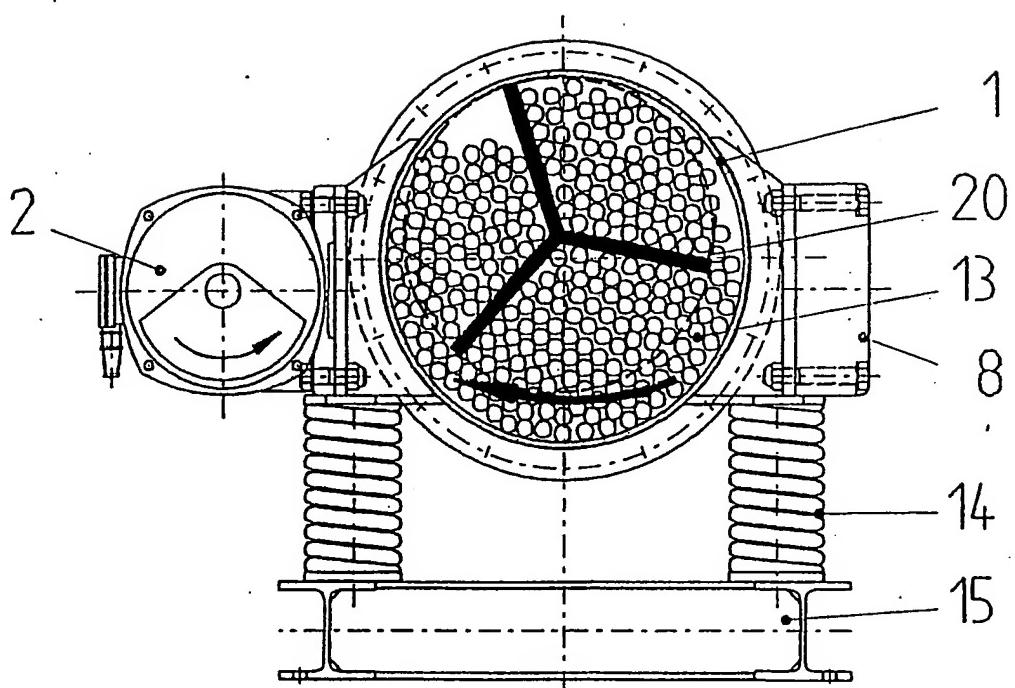


Fig. 8

Fig.9





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 11 5913

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	DATABASE WPI Section PQ, Week 9244, 16. Dezember 1992 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class P41, AN 92-364122 & SU-A-1 701 372 (MOSC MINING INST) 30. Dezember 1991 * Zusammenfassung * ---	1	B02C17/14
A	DATABASE WPI Section PQ, Week 9005, 14. März 1990 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class P41, AN 90-035356 & SU-A-1 473 847 (DNEPR GIPROMASHOBOG) 23. April 1989 * Zusammenfassung * ---	1	
A	DE-A-24 53 859 (APRITOGEPGYAR) * Seite 3, letzter Absatz - Seite 6 * * Abbildung 1 * ---	1	
A	FR-A-1 097 564 (ELMKALKWERKE J. SCHNUCH) * Seite 2, linke Spalte, letzter Absatz - Seite 3 * * Abbildungen 3-7 * ---	1	RECHERCHIERTE SACHGEBETE (Int.Cl.6) B02C
A	DE-A-31 43 756 (GOCK) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Rechercheort	Abstammung der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	31. Januar 1995	Leitner, J	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderem Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			